

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-350093

(43)Date of publication of application : 21.12.2001

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

(21)Application number : 2000-368339

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.2000

(72)Inventor : HAGIMORI HITOSHI
KONO TETSUO
ISONO MASAFUMI

(30)Priority

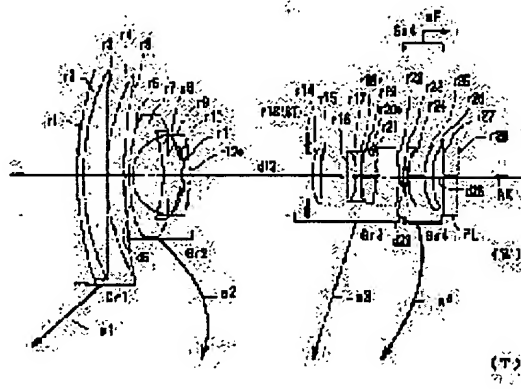
Priority number : 2000111927 Priority date : 07.04.2000 Priority country : JP

(54) IMAGE PICKUP LENS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image pickup lens device, having a high variable power zoom lens system which has variable power ratio of about 7-10 and F-number of about 2.5-4, has excellent performance capable of being used as an optical system for a newest imaging device whose picture element pitch is small and has excellent compactness property.

SOLUTION: This zoom lens system comprises a first lens group (Gr1) of positive power, a second lens group (Gr2) of negative power, a third lens group (Gr3) of positive power and a fourth lens group (Gr4) of negative power in this order from an object side, and the conditional expression $1.1 < f1/fT < 2.5$, where $f1$ is the focal distance of the first lens group (Gr1) and fT is the focal distance of the entire system at a telephoto end (T) is satisfied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Patent number] 3598971
[Date of registration] 24.09.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-16095
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 21.08.2003
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-350093

(P2001-350093A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/20

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

テ-マコード* (参考)

2 H 0 8 7

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2000-368339 (P2000-368339)

(22) 出願日 平成12年12月4日 (2000. 12. 4)

(31) 優先権主張番号 特願2000-111927 (P2000-111927)

(32) 優先日 平成12年4月7日 (2000. 4. 7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 萩森 仁

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 河野 哲生

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫 (外1名)

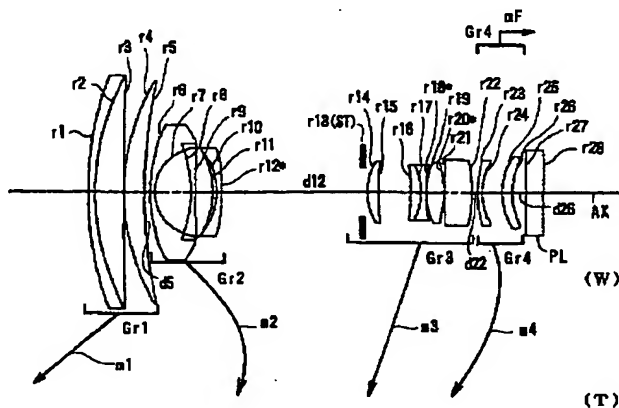
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ装置

(57) 【要約】

【課題】 変倍比7倍～10倍程度、Fナンバー2.5～4程度、最先端の小さな画素ピッチの撮像素子用の光学系として使用できる高い性能を持ち、コンパクト性に優れた高変倍ズームレンズ系を有する撮像レンズ装置を提供する。

【解決手段】 ズームレンズ系は、物体側より順に、正パワーの第1レンズ群 (Gr1)、負パワーの第2レンズ群 (Gr2)、正パワーの第3レンズ群 (Gr3)、負パワーの第4レンズ群 (Gr4) を含み、条件式： $1.1 < f1/fT < 2.5$ ($f1$: 第1レンズ群 (Gr1) の焦点距離, fT : 望遠端 (T) での全系の焦点距離) を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のレンズ群から成りレンズ群間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であつて、

前記ズームレンズ系が、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、負のパワーを有する第 4 レンズ群と、を含み、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像レンズ装置；

$$1.1 < f1/fT < 2.5 \quad \cdots (1)$$

ただし、

f1：第 1 レンズ群の焦点距離、
fT：望遠端での全系の焦点距離、
である。

【請求項 2】 前記第 4 レンズ群が光軸方向に移動することによってフォーカシングが行われ、さらに以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項 1 記載の撮像レンズ装置；

$$0.3 < |f4/fT| < 2 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f4：第 4 レンズ群の焦点距離、
である。

【請求項 3】 広角端から望遠端へのズーミングにおいて、前記第 1 レンズ群が移動し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が広角端から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端までは減少することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の撮像レンズ装置。

【請求項 4】 複数のレンズ群から成りレンズ群間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であつて、前記ズームレンズ系が、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、負のパワーを有する第 4 レンズ群と、を含み、ズーミングにおいて第 1 レンズ群が移動し、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする撮像レンズ装置；

$$0.3 < D_{34W} / D_{34T} < 2.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

D_{34W}：広角端における第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間の空気間隔、

D_{34T}：望遠端における第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間の空気間隔、

である。

【請求項 5】 広角端から望遠端へのズーミングにおいて、前記第 4 レンズ群が物体側へ移動することを特徴とする請求項 4 記載の撮像レンズ装置。

【請求項 6】 広角端から望遠端へのズーミングにおいて、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が広角端から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端までは減少することを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の撮像レンズ装置。

【請求項 7】 フォーカシングが前記第 4 レンズ群の移動によって行われ、さらに以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項 4、5 又は 6 記載の撮像レンズ装置；

$$0.5 < \beta_{W4} < 2 \quad \cdots (4)$$

ただし、

β_{W4} ：広角端における第 4 レンズ群の横倍率、
である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は撮像レンズ装置に関するものであり、特に被写体の映像を光学系により光学的に取り込んで撮像素子により電気的な信号として出力する撮像レンズ装置{例えば、デジタルカメラ；ビデオカメラ；デジタルビデオユニット、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末(PDA：Personal Digital Assistant)等に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素}、なかでもコンパクトで高変倍のズームレンズ系を備えた撮像レンズ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デジタルカメラ用の高変倍ズームレンズとしては、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群と、から成るタイプが、従来よりその主流を占めている(例えば特開平 4-296809 号)。これは正・負・正・正タイプがコンパクト性に優れているためである。

【0003】また、高い変倍比を達成したズームレンズとしては、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、負のパワーを有する第 4 レンズ群と、から成るもの(例えば特開平 5-341189 号)や、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、負のパワーを有する第 4 レンズ群と、正のパワーを有する第 5 レンズ群と、から成るもの(例えば特開平 10-111457 号)も知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】特開平 5-341189 号公報で提案されている正・負・正・負タイプのズームレンズは、ズーミングにおいて第 1 レンズ群が固定であるため、更なる高変倍比化や撮像素子の小ピッチ化に

伴う更なる高性能化には不向きである。また特開平10-111457号公報で提案されている正・負・正・負・正タイプのズームレンズは、ズーミングにおいて第1レンズ群も移動するが、特に第1、第2レンズ群のパワーが強いため各群で発生する諸収差は大きくなる。したがって、更なる高変倍比化や撮像素子の小ピッチ化に伴う更なる高性能化を実現することは困難である。また、第4レンズ群が負群より成る正・負・正・負を含むタイプは、正・負・正・正のタイプと比べてコンパクト性でやや劣るという欠点もある。

【0005】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、コンパクト性で正・負・正・正タイプを超えるパフォーマンスを持つタイプを実現することにあり、特に、変倍比が7倍～10倍程度、Fナンバーが2.5～4程度で、最先端の小さな画素ピッチの撮像素子用の光学系としても使用できる高い性能を持ち、かつ、コンパクト性に優れた高変倍ズームレンズ系を有する撮像レンズ装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明の撮像レンズ装置は、複数のレンズ群から成りレンズ群間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、を含み、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$1.1 < f1/fT < 2.5 \quad \cdots (1)$$

ただし、

f1：第1レンズ群の焦点距離、

fT：望遠端での全系の焦点距離、

である。

【0007】第2の発明の撮像レンズ装置は、上記第1の発明の構成において、前記第4レンズ群が光軸方向に移動することによってフォーカシングが行われ、さらに以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < |f4/fT| < 2 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f4：第4レンズ群の焦点距離、

である。

【0008】第3の発明の撮像レンズ装置は、上記第1又は第2の発明の構成において、広角端から望遠端へのズーミングにおいて、前記第1レンズ群が移動し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が広角端から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端までは減少することを特徴とする。

【0009】第4の発明の撮像レンズ装置は、複数のレンズ群から成りレンズ群間隔を変えることにより変倍を

行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、を含み、ズーミングにおいて第1レンズ群が移動し、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < D_{34W} / D_{34T} < 2.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

D_{34W} ：広角端における第3レンズ群と第4レンズ群との間の空気間隔、

D_{34T} ：望遠端における第3レンズ群と第4レンズ群との間の空気間隔、

である。

【0010】第5の発明の撮像レンズ装置は、上記第4の発明の構成において、広角端から望遠端へのズーミングにおいて、前記第4レンズ群が物体側へ移動することを特徴とする。

【0011】第6の発明の撮像レンズ装置は、上記第4又は第5の発明の構成において、広角端から望遠端へのズーミングにおいて、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が広角端から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端までは減少することを特徴とする。

【0012】第7の発明の撮像レンズ装置は、上記第4、第5又は第6の発明の構成において、フォーカシングが前記第4レンズ群の移動によって行われ、さらに以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < \beta_{W4} < 2 \quad \cdots (4)$$

ただし、

β_{W4} ：広角端における第4レンズ群の横倍率、

である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した撮像レンズ装置を、図面を参照しつつ説明する。被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像レンズ装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラ{例えば、デジタルカメラ；ビデオカメラ；デジタルビデオユニット、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末(PDA)等に内蔵又は外付けされるカメラ}の主たる構成要素である。その撮像レンズ装置は、例えば図26に示すように、物体(被写体)側から順に、物体の光学像を形成する撮影レンズ系(TL)と、光学的ローパスフィルター等に相当する平行平板(PL)と、撮影レンズ系(TL)により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子(SR)と、で構成される。

【0014】後述する各実施の形態では、複数のレンズ群から成るズームレンズ系が撮影レンズ系(TL)として用

いられ、複数のレンズ群が光軸(AX)に沿って移動し、レンズ群間隔を変えることにより変倍が行われる。撮像素子(SR)としては、例えば複数の画素から成るCCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサー等の固体撮像素子が用いられ、ズームレンズ系により形成された光学像が電気的な信号に変換される。またズームレンズ系で形成されるべき光学像は、撮像素子(SR)の画素ピッチにより決定される所定の遮断周波数特性を有する光学的ローパスフィルタ(PL)を通過することにより、電気的な信号に変換される際に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。撮像素子(SR)で生成した信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が施されてデジタル映像信号としてメモリー(半導体メモリー、光ディスク等)に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。

【0015】図1～図9は、第1～第9の実施の形態を構成するズームレンズ系にそれぞれ対応するレンズ構成図であり、広角端(W)でのレンズ配置を光学断面で示している。各レンズ構成図中の矢印 m_j ($j=1, 2, \dots$)は、広角端(W)から望遠端(T)へのズームングにおける第 j レンズ群(Gr j)の移動(ただし破線矢印 m_j はズームングにおいて位置固定であることを表す。)をそれぞれ模式的に示しており、矢印 m_F は無遠慮から近接へのフォーカシングにおけるフォーカス群の移動方向を示している。また、各レンズ構成図中、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$)が付された面は物体(被写体)側から数えて i 番目の面であり、 r_i に*印が付された面は非球面である。 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$)が付された軸上面間隔は、物体側から数えて i 番目の軸上面間隔のうち、ズームングにおいて変化する可変間隔である。

【0016】各実施の形態のズームレンズ系はいずれも、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、負のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)と、負のパワーを有する第4レンズ群(Gr4)と、を含んでいる。そして、固体撮像素子(例えばCCD)を備えたカメラ(例えばデジタルカメラ)に用いられるズームレンズ系として、その像面側には光学的ローパスフィルタ等に相当するガラス製の平行平板、つまりガラス平板(PL)が配置されている。いずれの実施の形態においても、ガラス平板(PL)はズームングにおいて位置固定であり、また第3レンズ群(Gr3)は最物体側に絞り(ST)を含んでいる。

【0017】第1の実施の形態のズームレンズ系は、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、負のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)と、負のパワーを有する第4レンズ群(Gr4)と、から成る正・負・正・負タイプの4群ズームレンズである。第2～第4、第6、第8、第9の実施の形態のズームレンズ系は、物体側より

順に、正のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、負のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)と、負のパワーを有する第4レンズ群(Gr4)と、正のパワーを有する第5レンズ群(Gr5)と、から成る正・負・正・負・正タイプの5群ズームレンズである。

【0018】第5の実施の形態のズームレンズ系は、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、負のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)と、負のパワーを有する第4レンズ群(Gr4)と、正のパワーを有する第5レンズ群(Gr5)と、負のパワーを有する第6レンズ群(Gr6)と、から成る正・負・正・負・正・負タイプの6群ズームレンズである。第7の実施の形態のズームレンズ系は、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、負のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)と、負のパワーを有する第4レンズ群(Gr4)と、正のパワーを有する第5レンズ群(Gr5)と、正のパワーを有する第6レンズ群(Gr6)と、から成る正・負・正・負・正・正タイプの6群ズームレンズである。

【0019】いずれの実施の形態も、正・負・正・負で始まるズームタイプである。第3、第4レンズ群(Gr3, Gr4)が共に正パワーを有する正・負・正・正タイプと比べると、第4レンズ群(Gr4)を負レンズ群にした正・負・正・負を含むズームタイプでは、第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)のパワーの符号が違うため、第3、第4レンズ群(Gr3, Gr4)でより高い変倍比をかせぐことができ、高変倍を確保しやすいというメリットがある。なお、正・負・正・負を含むタイプとしては、(正・負・正・負)の4群タイプ；(正・負・正・負)・正、(正・負・正・負)・負の5群タイプ；(正・負・正・負)・正・正、(正・負・正・負)・正・負、(正・負・正・負)・負・正、(正・負・正・負)・負・負の6群タイプ等のバリエーションが挙げられる。

【0020】各実施の形態のように物体側より順に正・負・正・負のズーム群を含むタイプのズームレンズ系においては、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。これにより、コンパクトで高変倍のズームレンズ系を実現することができる。しかも、変倍比が7倍～10倍程度、Fナンバーが2.5～4程度で、最先端の小さな画素ピッチの撮像素子(SR)用の光学系としても使用できる高い性能を得ることができる。

$$1.1 < f_1 / f_T < 2.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

f_1 ：第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

f_T ：望遠端(T)での全系の焦点距離、

である。

【0021】条件式(1)の下限を超えると、第1レンズ群(Gr1)のパワーが強くなりすぎて、特に望遠端(T)にお

ける球面収差を除去することが困難になる。また、条件式(1)の上限を超えると、第1レンズ群(Gr1)のパワーが弱くなりすぎて、特に望遠端(T)でのコンパクト性を確保することが困難になる。

【0022】各実施の形態のように物体側より順に正・負・正・負のズーム群を含むタイプのズームレンズ系においては、第4レンズ群(Gr4)が光軸(AX)方向に移動することによってフォーカシングが行われ、さらに以下の条件式(2)を満足することが望ましい。これによって、より高い性能を確保したズームレンズ系を実現することができ、また、前記条件式(1)と共に条件式(2)を満足することが更に望ましい。

$$0.3 < |f4/fT| < 2 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f4：第4レンズ群(Gr4)の焦点距離、である。

【0023】条件式(2)で示されるように第4レンズ群(Gr4)のパワーは比較的弱く、したがってレンズ枚数も第4レンズ群(Gr4)が最も少ない。このことから、レンズ重量の小さい第4レンズ群(Gr4)の光軸(AX)方向の移動(mF)によってフォーカシングを行うのが最適である。ただし、撮像素子(SR)におけるフォーカシングが可能なシステムを採用できるときには、撮像素子(SR)の移動によりフォーカシングを行うようにしても差し支えない。

【0024】条件式(2)の下限を超えると、第4レンズ群(Gr4)のパワーが強くなりすぎて、特に望遠端(T)における近接時の性能劣化を除去することが困難になる。また、条件式(2)の上限を超えると、第4レンズ群(Gr4)のパワーが弱くなりすぎて、フォーカス時の第4レンズ群(Gr4)のレンズ移動量が大きくなりすぎてしまい、鏡胴全体のコンパクト性が損なわれる結果となる。

【0025】また各実施の形態のように、広角端(W)から望遠端(T)へのズームングにおいて、第1レンズ群(Gr1)が移動し、第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)との間隔が広角端(W)から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端(T)までは減少することが望ましく、これによってより高変倍のズームレンズ系を実現することができる。また、この特徴的なズーム構成においては条件式(1)や条件式(2)を満足することが更に望ましい。

【0026】従来よりビデオカメラやデジタルカメラに用いられている光学系としては、製品全体として求められるコンパクト性と鏡胴構成の難易度とのバランスから、ズームングにおいて第1レンズ群(Gr1)が固定されているタイプが主流であった。しかしながら、これからは更なるコンパクトネスと高変倍が求められる状況にあるため、第1レンズ群(Gr1)をズームングにおいて可動にするのが望ましい。広角端(W)から望遠端(T)へのズームングにおいて第1レンズ群(Gr1)を物体側へ動かすことにより、望遠端(T)において第2レンズ群(Gr2)に入射

する各光線高さを小さくすることができ、諸収差の補正が行いやすくなる。また、広角端(W)から望遠端(T)へのズームングにおいて、第3、第4レンズ群(Gr3, Gr4)の間隔が広角端(W)から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端(T)までは減少する構成とすることにより、中間焦点距離領域における像面湾曲を良好に補正することが可能となり、結果として高変倍のズームレンズ系を実現することができる。

【0027】また各実施の形態のように、第2レンズ群(Gr2)中に非球面を配置することが望ましく、第2レンズ群(Gr2)に非球面を設けることによって、より広角で始まるズームレンズ系が得られる。広角端(W)の焦点距離をより小さくして撮影画角を大きくしようとすると、特に広角端(W)での歪曲補正が困難になる。この不具合を取り除くには、広角側での軸外の光線高さの比較的高い第2レンズ群(Gr2)に非球面を配置することが望ましく、これによって良好に歪曲収差を補正することができる。したがって、条件式(1)や条件式(2)を満たすとともに第2レンズ群(Gr2)中に非球面を配置することが、コンパクト性を保持しながら高い光学性能を得る上で更に望ましい。

【0028】各実施の形態のように物体側より順に正・負・正・負のズーム群を含み、ズームングにおいて第1レンズ群(Gr1)が移動するズームレンズ系にあっては、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。これにより、コンパクトで高変倍のズームレンズ系を実現することができる。しかも、変倍比が7倍～10倍程度、Fナンバーが2.5～4程度で、最先端の小さな画素ピッチの撮像素子(SR)用の光学系としても使用できる高い性能を得ることができる。

$$0.3 < D_{34W} / D_{34T} < 2.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

D_{34W}：広角端(W)における第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)との間の空気間隔、

D_{34T}：望遠端(T)における第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)との間の空気間隔、

である。

【0029】条件式(3)の下限を超えると、望遠端(T)における第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)との間の空気間隔が大きくなりすぎて、望遠端(T)でのコンパクト性を確保するのが困難になる。また、条件式(3)の上限を超えると、広角端(W)における第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)との間の空気間隔が大きくなりすぎて、広角端(W)でのコンパクト性を確保するのが困難になる。

【0030】各実施の形態のように物体側より順に正・負・正・負のズーム群を含むズームレンズ系においては、前述したようにズームングにおいて第1レンズ群(Gr1)が移動するだけでなく、広角端(W)から望遠端(T)へのズームングにおいて、第4レンズ群(Gr4)が物体側へ

移動することが望ましい。これによって、第4レンズ群(Gr4)における変倍比を多くかせぐことができ、より高い変倍比を持ったズームレンズ系を実現することができる。またコンパクト性とのバランスをとる上で、条件式(3)を満たすようにするのが更に好ましい。

【0031】また、各実施の形態のように物体側より順に正・負・正・負のズーム群を含むズームレンズ系においては、前述したように広角端(W)から望遠端(T)へのズームリングにおいて、第3レンズ群(Gr3)と第4レンズ群(Gr4)との間隔が広角端(W)から中間焦点距離までは増大し中間焦点距離から望遠端(T)までは減少することが望ましいが、これと同時に条件式(3)を満足することがコンパクト性を確保する上で更に望ましい。このように第3、第4レンズ群(Gr3, Gr4)をズーム移動させることによって、特に中間焦点距離領域で発生するアングラーの像面湾曲を良好に補正することができ、高い性能を維持したズームレンズ系を実現することができる。

【0032】また各実施の形態のように物体側より順に正・負・正・負のズーム群を含むタイプのズームレンズ系においては、前述したようにフォーカシングが第4レンズ群(Gr4)の移動によって行われ、さらに以下の条件式(4)を満足することが望ましい。これによって、より良好な性能を持ったズームレンズ系を実現することができる。また、前記条件式(3)と共に条件式(4)を満足することが更に望ましい。

$$0.5 < \beta_{W4} < 2 \quad \cdots (4)$$

ただし、

β_{W4} : 広角端(W)における第4レンズ群(Gr4)の横倍率、である。

【0033】前述したように第4レンズ群(Gr4)のパワーは比較的弱く、したがってレンズ枚数も第4レンズ群(Gr4)が最も少ない。このことから、フォーカス群としてはレンズ重量の小さい第4レンズ群(Gr4)が最適である。ただし、撮像素子(SR)を用いたフォーカシングが可能なシステムを採用できるときには、撮像素子(SR)でフォーカシングを行うようにしても差し支えない。

【0034】条件式(4)の下限を超えると、広角端(W)において第4レンズ群(Gr4)に分担される変倍率が小さくなり、負担を第3レンズ群(Gr3)に付加する必要がある。このため、結果として第3レンズ群(Gr3)内での諸収差の除去が困難になる。また、条件式(4)の上限を超えると、第4レンズ群(Gr4)における変倍の負担が大きくなりすぎて、第4レンズ群(Gr4)内での諸収差の除去が困難になり、その結果、コンパクトなズームレンズ系が実現できなくなる。

【0035】前述したように、第2レンズ群(Gr2)中に非球面を配置すればより広角で始まるズームレンズ系が得られる。広角端(W)の焦点距離をより小さくして撮影画角を大きくしようとする、特に広角端(W)での歪曲補正が困難になる。この不具合を取り除くには、広角側

での軸外の光線高さの比較的高い第2レンズ群(Gr2)に非球面を配置することが望ましく、これによって良好に歪曲収差を補正することができる。したがって、条件式(3)や条件式(4)を満たすとともに第2レンズ群(Gr2)中に非球面を配置することが、コンパクト性を保持しながら高い光学性能を得る上で更に望ましい。

【0036】なお、第1～第9の実施の形態を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)のみで構成されているが、これに限らない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等で、各レンズ群を構成してもよい。

【0037】また各実施の形態において、光学的なパワーを有しない面(例えば、反射面、屈折面、回折面)を光路中に配置することにより、ズームレンズ系の前、後又は途中で光路を折り曲げてよい。折り曲げ位置は必要に応じて設定すればよく、光路の適正な折り曲げにより、カメラの見かけ上の薄型化を達成することが可能である。また、ズームリングや沈胴によりカメラの厚さが変化することのない構成にすることも可能である。例えば、第1レンズ群(Gr1)を変倍時位置固定とし、その第1レンズ群(Gr1)の後ろにミラーを配置し、その反射面で光路を90°折り曲げれば、ズームレンズ系の前後方向の長さが一定になるため、カメラの薄型化を達成することができる。

【0038】さらに各実施の形態では、ズームレンズ系の最終面と撮像素子(SR)との間に配置される平行平板(PL)の形状の光学的ローパスフィルターの構成例を示したが、このローパスフィルターとしては、所定の結晶軸方向が調整された水晶等を材料とする複屈折型ローパスフィルターや、必要とされる光学的な遮断周波数の特性を回折効果により達成する位相型ローパスフィルター等が適用可能である。

【0039】

【実施例】以下、本発明を実施した撮像レンズ装置に用いられるズームレンズ系の構成等を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。ここで例として挙げる実施例1～9は、前述した第1～第9の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1～第9の実施の形態を表すレンズ構成図(図1～図9)は、対応する実施例1～9のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0040】各実施例のコンストラクションデータにおいて、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて*i*番目の面の曲率半径(mm)、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて*i*番目の軸上面間隔(mm)を示しており、 N_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、 v_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて*i*番目の光学要素の

d線に対する屈折率(Nd),アッペ数(ν_d)を示している。
また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔は、広角端(短焦点距離端,W)～ミドル(中間焦点距離状態,M)～望遠端(長焦点距離端,T)での可変空気間隔である。各焦点距離状態(W),(M),(T)に対応する全系の焦点距離(f,mm)及びFナンバー(FNO)を他のデータと併せて示し、また、近接時(撮影距離:D=

$$X(H) = (CO \cdot H^2) / \{1 + \sqrt{1 - \epsilon \cdot CO^2 \cdot H^2}\} + (A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10}) \dots ($$

AS)

ただし、式(AS)中、

X(H): 高さHの位置での光軸方向の変位量(面頂点基準)、

H: 光軸に対して垂直な方向の高さ、

CO: 近軸曲率(=1/曲率半径)、

ϵ : 2次曲面パラメータ、

Ai: i次の非球面係数、

である。

【0042】図10～図25は実施例1～実施例9の収差図であり、図10～図18は実施例1～実施例9の無限遠撮影状態での収差図、図19～図25は実施例1～5, 8, 9の近接撮影状態(撮影距離:D=0.5m)での収差

0.5m)のフォーカシングにおける第4レンズ群(Gr4)の移動量(フォーカスデータ)を表1に示し、条件式対応値を表2に示す。

【0041】曲率半径riに*印が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。各実施例の非球面データを他のデータと併せて示す。

10 図である。図10～図25中、(W)は広角端、(M)はミドル、(T)は望遠端における諸収差{左から順に、球面収差等、非点収差、歪曲収差である。Y':最大像高(mm)}を示している。球面収差図において、実線(d)はd線に対する球面収差、一点鎖線(g)はg線に対する球面収差、破線(SC)は正弦条件を表している。非点収差図において、破線(DM)はメリディオナル面でのd線に対する非点収差を表しており、実線(DS)はサジタル面でのd線に対する非点収差を表わしている。また、歪曲収差図において実線はd線に対する歪曲%を表している。

20 【0043】

《実施例1》

f=7.5～25.5～50.6, FNO=2.55～2.96～3.60

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 63.832

d1= 1.200 N1= 1.74000 ν_1 = 28.26

r2= 46.105

d2= 4.909 N2= 1.49310 ν_2 = 83.58

r3= 557.712

d3= 0.100

r4= 41.139

d4= 3.518 N3= 1.49310 ν_3 = 83.58

r5= 95.433

d5= 1.000～28.553～40.964

r6= 28.766

d6= 0.800 N4= 1.80420 ν_4 = 46.50

r7= 8.145

d7= 6.254

r8= -24.683

d8= 0.800 N5= 1.80741 ν_5 = 31.59

r9= 408.759

d9= 2.972 N6= 1.84666 ν_6 = 23.82

r10= -15.616

d10= 0.727

r11= -12.222

d11= 0.800 N7= 1.52510 ν_7 = 56.38

r12*= -72.536

d12=24.622～4.490～1.000

r13= ∞ (ST)

d13= 0.800

r14= 11.863
 d14= 2.033 N8= 1.78831 ν 8= 47.32
 r15= 212.313
 d15= 5.251
 r16= -66.079
 d16= 1.795 N9= 1.48749 ν 9= 70.44
 r17= -10.997
 d17= 0.800 N10=1.84666 ν 10=23.82
 r18*= 29.156
 d18= 0.100
 r19= 12.934
 d19= 3.092 N11=1.48749 ν 11=70.44
 r20*= -19.433
 d20= 0.100
 r21= -788.619
 d21= 4.662 N12=1.79850 ν 12=22.60
 r22= -27.115
 d22= 1.000~7.000~1.000
 r23= 23.066
 d23= 0.800 N13=1.85000 ν 13=40.04
 r24= 11.361
 d24= 3.500
 r25= 11.740
 d25= 1.826 N14=1.79850 ν 14=22.60
 r26= 14.538
 d26= 2.381~2.000~13.578
 r27= ∞
 d27= 3.000 N15=1.51680 ν 15=64.20
 r28= ∞

【0044】

30

[第12面(r12)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000, A4 = -0.90791 \times 10^{-4}, A6 = -0.27514 \times 10^{-6}, A8 = -0.37035 \times 10^{-8}$

[第18面(r18)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000, A4 = 0.28853 \times 10^{-3}, A6 = 0.12716 \times 10^{-5}, A8 = 0.10778 \times 10^{-7}$

[第20面(r20)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000$

【0045】

《実施例2》

 $f = 7.5 \sim 25.5 \sim 50.6, FNO = 2.48 \sim 3.07 \sim 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1= 62.012

d1= 1.200 N1= 1.79850 ν 1= 22.60

r2= 50.059

d2= 3.893 N2= 1.49310 ν 2= 83.58

r3= 264.139

d3= 0.100

r4= 57.561

d4= 2.818 N3= 1.49310 ν 3= 83.58

r5= 155.066

d5= 1.000~30.739~48.448

15

16

$r_6 = 29.965$
 $d_6 = 0.800 \quad N_4 = 1.75450 \quad \nu_4 = 51.57$
 $r_7 = 9.032$
 $d_7 = 7.570$
 $r_8 = -52.559$
 $d_8 = 0.800 \quad N_5 = 1.75450 \quad \nu_5 = 51.57$
 $r_9 = 21.530$
 $d_9 = 4.134 \quad N_6 = 1.79850 \quad \nu_6 = 22.60$
 $r_{10} = -18.800$
 $d_{10} = 0.486$
 $r_{11} = -15.910$
 $d_{11} = 0.800 \quad N_7 = 1.84666 \quad \nu_7 = 23.82$
 $r_{12}^* = -107.564$
 $d_{12} = 25.513 \sim 4.405 \sim 1.000$
 $r_{13} = \infty \text{ (ST)}$
 $d_{13} = 0.800$
 $r_{14} = 13.086$
 $d_{14} = 1.832 \quad N_8 = 1.80750 \quad \nu_8 = 35.43$
 $r_{15} = 84.611$
 $d_{15} = 3.644$
 $r_{16} = 15.627$
 $d_{16} = 2.756 \quad N_9 = 1.75450 \quad \nu_9 = 51.57$
 $r_{17} = -12.357$
 $d_{17} = 0.800 \quad N_{10} = 1.84666 \quad \nu_{10} = 23.82$
 $r_{18} = 9.111$
 $d_{18} = 0.100$
 $r_{19} = 7.143$
 $d_{19} = 1.343 \quad N_{11} = 1.52510 \quad \nu_{11} = 56.38$
 $r_{20}^* = 13.828$
 $d_{20} = 2.118$
 $r_{21} = 31.671$
 $d_{21} = 1.530 \quad N_{12} = 1.79850 \quad \nu_{12} = 22.60$
 $r_{22} = -35.431$
 $d_{22} = 1.000 \sim 5.669 \sim 4.095$
 $r_{23} = 26.961$
 $d_{23} = 0.800 \quad N_{13} = 1.85000 \quad \nu_{13} = 40.04$
 $r_{24} = 9.331$
 $d_{24} = 2.307$
 $r_{25} = 11.028$
 $d_{25} = 1.289 \quad N_{14} = 1.79850 \quad \nu_{14} = 22.60$
 $r_{26} = 14.503$
 $d_{26} = 2.123 \sim 2.989 \sim 8.644$
 $r_{27} = -130.604$
 $d_{27} = 1.347 \quad N_{15} = 1.79850 \quad \nu_{15} = 22.60$
 $r_{28} = -33.480$
 $d_{28} = 0.858$
 $r_{29} = \infty$
 $d_{29} = 3.000 \quad N_{16} = 1.51680 \quad \nu_{16} = 64.20$
 $r_{30} = \infty$

[第 1 2 面(r12)の非球面データ]

$$\varepsilon = 1.0000, A4 = -0.44023 \times 10^{-4}, A6 = -0.52908 \times 10^{-7}, A8 = -0.21921 \times 10^{-8}$$

[第 2 0 面(r20)の非球面データ]

$$\varepsilon = 1.0000, A4 = 0.52117 \times 10^{-3}, A6 = 0.41505 \times 10^{-5}, A8 = 0.98968 \times 10^{-7}$$

【0047】

《実施例 3》

$$f = 7.4 \sim 23.0 \sim 49.5, FNO = 2.22 \sim 2.64 \sim 3.60$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1=	63.356			
	d1=	1.200	N1= 1.79850	ν 1= 22.60
r2=	49.435			
	d2=	4.655	N2= 1.49310	ν 2= 83.58
r3=	579.022			
	d3=	0.100		
r4=	35.101			
	d4=	4.695	N3= 1.49310	ν 3= 83.58
r5=	120.463			
	d5=	1.000~20.900~28.705		
r6=	70.488			
	d6=	0.800	N4= 1.78831	ν 4= 47.32
r7=	8.526			
	d7=	5.198		
r8=	-90.436			
	d8=	0.800	N5= 1.75450	ν 5= 51.57
r9=	-785.404			
	d9=	2.674	N6= 1.84666	ν 6= 23.82
r10=	-17.628			
	d10=	0.515		
r11=	-14.870			
	d11=	0.800	N7= 1.48749	ν 7= 70.44
r12=	45.809			
	d12=	1.366		
r13=	-26.330			
	d13=	1.344	N8= 1.84666	ν 8= 23.82
r14*=	-30.311			
	d14=	23.018~5.870~1.000		
r15=	∞ (ST)			
	d15=	0.800		
r16=	11.633			
	d16=	2.165	N9= 1.80420	ν 9= 46.50
r17=	78.024			
	d17=	4.756		
r18=	-96.322			
	d18=	1.561	N10=1.75450	ν 10=51.57
r19=	-14.086			
	d19=	0.800	N11=1.84666	ν 11=23.82
r20*=	20.484			
	d20=	0.155		
r21=	10.937			
	d21=	2.506	N12=1.48749	ν 12=70.44

$r_{22}^* = -29.274$
 $d_{22} = 2.186$
 $r_{23} = 90.101$
 $d_{23} = 1.374 \quad N_{13} = 1.79850 \quad \nu_{13} = 22.60$
 $r_{24} = -61.263$
 $d_{24} = 1.000 \sim 4.206 \sim 1.000$
 $r_{25} = 29.977$
 $d_{25} = 0.800 \quad N_{14} = 1.85000 \quad \nu_{14} = 40.04$
 $r_{26} = 10.683$
 $d_{26} = 3.356$
 $r_{27} = 11.252$
 $d_{27} = 1.235 \quad N_{15} = 1.79850 \quad \nu_{15} = 22.60$
 $r_{28} = 13.786$
 $d_{28} = 1.399 \sim 3.217 \sim 16.734$
 $r_{29} = 22.159$
 $d_{29} = 1.546 \quad N_{16} = 1.79850 \quad \nu_{16} = 22.60$
 $r_{30} = 89.583$
 $d_{30} = 1.176$
 $r_{31} = \infty$
 $d_{31} = 3.000 \quad N_{17} = 1.51680 \quad \nu_{17} = 64.20$
 $r_{32} = \infty$

【0048】

[第14面(r_{14})の非球面データ]

$$\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.55658 \times 10^{-4}, A_6 = -0.18456 \times 10^{-6}, A_8 = -0.60664 \times 10^{-8}$$

[第20面(r_{20})の非球面データ]

$$\varepsilon = 1.0000, A_4 = 0.28248 \times 10^{-3}, A_6 = 0.17454 \times 10^{-5}, A_8 = 0.32532 \times 10^{-7}$$

[第22面(r_{22})の非球面データ]

$$\varepsilon = 1.0000$$

【0049】

《実施例4》

$$f = 7.4 \sim 35.9 \sim 49.6, FNO = 2.88 \sim 3.04 \sim 3.63$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r_1 = 60.590$
 $d_1 = 1.200 \quad N_1 = 1.84666 \quad \nu_1 = 23.82$
 $r_2 = 47.616$
 $d_2 = 5.549 \quad N_2 = 1.49310 \quad \nu_2 = 83.58$
 $r_3 = 603.843$
 $d_3 = 0.100$
 $r_4 = 39.319$
 $d_4 = 4.325 \quad N_3 = 1.49310 \quad \nu_3 = 83.58$
 $r_5 = 105.185$
 $d_5 = 1.000 \sim 32.186 \sim 36.134$
 $r_6 = 50.395$
 $d_6 = 0.800 \quad N_4 = 1.85000 \quad \nu_4 = 40.04$
 $r_7 = 8.808$
 $d_7 = 5.350$
 $r_8 = -22.935$
 $d_8 = 0.800 \quad N_5 = 1.85000 \quad \nu_5 = 40.04$
 $r_9 = 16.429$
 $d_9 = 5.107 \quad N_6 = 1.71736 \quad \nu_6 = 29.50$

$r_{10} = -17.500$
 $d_{10} = 0.100$
 $r_{11}^* = 54.395$
 $d_{11} = 2.000 \quad N_7 = 1.84506 \quad \nu_7 = 23.66$
 $r_{12} = 1000.000$
 $d_{12} = 1.278$
 $r_{13} = -19.690$
 $d_{13} = 0.800 \quad N_8 = 1.75450 \quad \nu_8 = 51.57$
 $r_{14} = -77.927$
 $d_{14} = 22.063 \sim 1.444 \sim 1.300$
 $r_{15} = \infty \text{ (ST)}$
 $d_{15} = 0.800$
 $r_{16} = 12.783$
 $d_{16} = 2.898 \quad N_9 = 1.85000 \quad \nu_9 = 40.04$
 $r_{17} = 105.738$
 $d_{17} = 3.453$
 $r_{18}^* = 37.506$
 $d_{18} = 2.226 \quad N_{10} = 1.84506 \quad \nu_{10} = 23.66$
 $r_{19} = 9.939$
 $d_{19} = 1.104$
 $r_{20} = 12.962$
 $d_{20} = 4.135 \quad N_{11} = 1.69680 \quad \nu_{11} = 55.43$
 $r_{21} = -8.915$
 $d_{21} = 0.800 \quad N_{12} = 1.84666 \quad \nu_{12} = 23.82$
 $r_{22} = 26007.802$
 $d_{22} = 1.396$
 $r_{23} = 186.617$
 $d_{23} = 2.183 \quad N_{13} = 1.83350 \quad \nu_{13} = 21.00$
 $r_{24} = -21.147$
 $d_{24} = 1.810 \sim 6.450 \sim 1.000$
 $r_{25} = 38.703$
 $d_{25} = 0.800 \quad N_{14} = 1.85000 \quad \nu_{14} = 40.04$
 $r_{26} = 13.436$
 $d_{26} = 4.085$
 $r_{27} = 14.114$
 $d_{27} = 1.362 \quad N_{15} = 1.83350 \quad \nu_{15} = 21.00$
 $r_{28} = 18.526$
 $d_{28} = 1.000 \sim 5.337 \sim 17.559$
 $r_{29} = 16.513$
 $d_{29} = 1.967 \quad N_{16} = 1.48749 \quad \nu_{16} = 70.44$
 $r_{30} = 44.597$
 $d_{30} = 1.479$
 $r_{31} = \infty$
 $d_{31} = 3.000 \quad N_{17} = 1.51680 \quad \nu_{17} = 64.20$
 $r_{32} = \infty$

【0050】

[第11面(r_{11})の非球面データ]
 $\varepsilon = 1.0000, A_4 = 0.40063 \times 10^{-4}, A_6 = 0.39528 \times 10^{-6}, A_8 = -0.29922 \times 10^{-8}$
[第18面(r_{18})の非球面データ]
 $\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.11545 \times 10^{-3}, A_6 = -0.96168 \times 10^{-6}, A_8 = 0.16989 \times 10^{-7}$

【0051】

《実施例5》

f=8.9~33.7~84.8, FN0=2.43~3.17~3.60

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 171.427
 d1= 1.497 N1= 1.84666 ν 1= 23.82
 r2= 114.665
 d2= 6.918 N2= 1.49310 ν 2= 83.58
 r3= -850.123
 d3= 0.100
 r4= 96.816
 d4= 4.523 N3= 1.49310 ν 3= 83.58
 r5= 348.049
 d5= 2.486~40.898~95.614
 r6*= 24.483
 d6= 2.000 N4= 1.75450 ν 4= 51.57
 r7= 12.754
 d7= 11.729
 r8= -33.584
 d8= 0.800 N5= 1.52208 ν 5= 65.92
 r9= 21.063
 d9= 4.926 N6= 1.84705 ν 6= 25.00
 r10= -81.045
 d10= 0.838
 r11= -40.184
 d11= 0.800 N7= 1.74495 ν 7= 24.47
 r12= 99.136
 d12=41.883~2.565~1.250
 r13= ∞ (ST)
 d13= 1.500
 r14= 12.436
 d14= 3.485 N8= 1.75450 ν 8= 51.57
 r15= -172.448
 d15= 1.166
 r16= 375.028
 d16= 0.800 N9= 1.71675 ν 9= 26.91
 r17= 30.185
 d17= 1.000~1.169~1.244
 r18*= 16.888
 d18= 1.922 N10=1.84666 ν 10=23.82
 r19= 11.475
 d19= 1.988~11.017~23.820
 r20*= 25.613
 d20= 0.800 N11=1.75000 ν 11=25.14
 r21= 14.963
 d21= 0.077
 r22= 15.312
 d22= 1.202 N12=1.75450 ν 12=51.57
 r23= 16.980
 d23= 0.356

$r_{24}= 16.249$
 $d_{24}= 6.391 \quad N_{13}=1.49310 \quad \nu_{13}=83.58$
 $r_{25}= -22.015$
 $d_{25}= 1.962$
 $r_{26}= -13.823$
 $d_{26}= 3.437 \quad N_{14}=1.84666 \quad \nu_{14}=23.82$
 $r_{27}= -14.151$
 $d_{27}= 2.000 \sim 12.427 \sim 6.704$
 $r_{28*}= 20.728$
 $d_{28}= 2.834 \quad N_{15}=1.52510 \quad \nu_{15}=56.38$
 $r_{29}= 15.822$
 $d_{29}= 1.307$
 $r_{30}= \infty$
 $d_{30}= 3.000 \quad N_{16}=1.51680 \quad \nu_{16}=64.20$
 $r_{31}= \infty$

【0052】

[第6面(r6)の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = 0.66358 \times 10^{-5}, A_6 = 0.71481 \times 10^{-9}, A_8 = 0.49766 \times 10^{-10}$

[第18面(r18)の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = -0.10218 \times 10^{-3}, A_6 = -0.12797 \times 10^{-5}, A_8 = 0.10173 \times 10^{-7}, A_{10} = -0.34395 \times 10^{-9}$

[第20面(r20)の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = -0.34705 \times 10^{-4}, A_6 = 0.10595 \times 10^{-6}, A_8 = -0.43764 \times 10^{-8}, A_{10} = 0.17721 \times 10^{-10}$

[第28面(r28)の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = -0.59570 \times 10^{-5}, A_6 = -0.55853 \times 10^{-6}, A_8 = 0.11878 \times 10^{-7}, A_{10} = -0.14101 \times 10^{-9}$

【0053】

《実施例6》

$f=7.1 \sim 53.0 \sim 68.6, FNO=2.55 \sim 3.60 \sim 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r_1= 81.309$
 $d_1= 1.400 \quad N_1= 1.84666 \quad \nu_1= 23.86$
 $r_2= 63.920$
 $d_2= 4.957 \quad N_2= 1.49310 \quad \nu_2= 83.58$
 $r_3= -2566.999$
 $d_3= 0.100$
 $r_4= 72.424$
 $d_4= 2.914 \quad N_3= 1.49310 \quad \nu_3= 83.58$
 $r_5= 204.372$
 $d_5= 0.900 \sim 54.218 \sim 57.909$
 $r_{6*}= -2187.849$
 $d_6= 1.200 \quad N_4= 1.77250 \quad \nu_4= 49.77$
 $r_{7*}= 14.815$
 $d_7= 8.614$
 $r_8= -22.207$
 $d_8= 1.500 \quad N_5= 1.84668 \quad \nu_5= 23.86$
 $r_9= -39.485$
 $d_9= 0.100$
 $r_{10}= 528.712$

$d_{10}= 4.283 \quad N_6= 1.84666 \quad \nu_6= 23.82$
 $r_{11}= -27.851$
 $d_{11}= 1.412$
 $r_{12}= -19.591$
 $d_{12}= 1.000 \quad N_7= 1.49310 \quad \nu_7= 83.58$
 $r_{13}= -80.805$
 $d_{13}=40.111\sim 0.619\sim 0.100$
 $r_{14}= \infty (ST)$
 $d_{14}= 1.200$
 $r_{15}^*= 20.034$
 $d_{15}= 3.327 \quad N_8= 1.77112 \quad \nu_8= 48.87$
 $r_{16}= 2658.231$
 $d_{16}= 0.100$
 $r_{17}= 24.453$
 $d_{17}= 1.028 \quad N_9= 1.61287 \quad \nu_9= 33.36$
 $r_{18}^*= 9.473$
 $d_{18}= 0.432$
 $r_{19}= 12.678$
 $d_{19}= 2.612 \quad N_{10}=1.75450 \quad \nu_{10}=51.57$
 $r_{20}= -167.012$
 $d_{20}= 0.537\sim 1.270\sim 1.348$
 $r_{21}= -32.395$
 $d_{21}= 6.981 \quad N_{11}=1.64379 \quad \nu_{11}=56.31$
 $r_{22}= -11.929$
 $d_{22}= 0.100$
 $r_{23}^*= -13.515$
 $d_{23}= 1.708 \quad N_{12}=1.63456 \quad \nu_{12}=31.17$
 $r_{24}^*= 24.372$
 $d_{24}= 0.263\sim 19.944\sim 27.790$
 $r_{25}= 19.740$
 $d_{25}= 4.770 \quad N_{13}=1.79850 \quad \nu_{13}=22.60$
 $r_{26}= 13.053$
 $d_{26}= 0.100$
 $r_{27}= 13.309$
 $d_{27}= 5.694 \quad N_{14}=1.68636 \quad \nu_{14}=54.20$
 $r_{28}= -129.207$
 $d_{28}= 4.148\sim 5.575\sim 2.763$
 $r_{29}= \infty$
 $d_{29}= 3.000 \quad N_{15}=1.51680 \quad \nu_{15}=64.20$
 $r_{32}= \infty$

【0054】

[第6面(r6)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000, A_4 = 0.29074 \times 10^{-4}, A_6 = -0.89940 \times 10^{-7}, A_8 = 0.16625 \times 10^{-9}$

[第7面(r7)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000, A_4 = 0.44003 \times 10^{-5}, A_6 = 0.99743 \times 10^{-8}, A_8 = -0.48301 \times 10^{-9}$

[第15面(r15)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.11178 \times 10^{-3}, A_6 = 0.10605 \times 10^{-5}, A_8 = -0.21375 \times 10^{-7},$
 $A_{10} = 0.22240 \times 10^{-9}$

[第18面(r18)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.24094 \times 10^{-3}, A_6 = 0.11663 \times 10^{-5}, A_8 = -0.57504 \times 10^{-7},$

$$A_{10}=0.66415 \times 10^{-9}$$

[第23面(r23)の非球面データ]

$$\varepsilon=1.0000, A_4=0.12224 \times 10^{-3}, A_6=-0.66295 \times 10^{-5}, A_8=0.74249 \times 10^{-7}$$

[第24面(r24)の非球面データ]

$$\varepsilon=1.0000, A_4=0.29363 \times 10^{-3}, A_6=-0.57030 \times 10^{-5}, A_8=0.80185 \times 10^{-7}$$

【0055】

《実施例7》

$$f=7.1 \sim 20.0 \sim 49.0, FN0=2.50 \sim 3.03 \sim 3.66$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$$r1=111.111$$

$$d1=1.400 \quad N1=1.79850 \quad \nu 1=22.60$$

$$r2=85.390$$

$$d2=4.303 \quad N2=1.49310 \quad \nu 2=83.58$$

$$r3=-1831.972$$

$$d3=0.100$$

$$r4=43.431$$

$$d4=4.988 \quad N3=1.49310 \quad \nu 3=83.58$$

$$r5=130.083$$

$$d5=0.900 \sim 24.171 \sim 43.681$$

$$r6=35.035$$

$$d6=1.200 \quad N4=1.75450 \quad \nu 4=51.57$$

$$r7=10.040$$

$$d7=4.791$$

$$r8=-96.605$$

$$d8=1.100 \quad N5=1.75450 \quad \nu 5=51.57$$

$$r9=15.175$$

$$d9=1.925$$

$$r10*=25.398$$

$$d10=3.981 \quad N6=1.84666 \quad \nu 6=23.82$$

$$r11*=-43.373$$

$$d11=1.258$$

$$r12=-15.932$$

$$d12=1.000 \quad N7=1.48749 \quad \nu 7=70.44$$

$$r13=-134.899$$

$$d13=20.871 \sim 5.426 \sim 0.600$$

$$r14=\infty (ST)$$

$$d14=0.600$$

$$r15=11.251$$

$$d15=2.129 \quad N8=1.75450 \quad \nu 8=51.57$$

$$r16=422.558$$

$$d16=4.585$$

$$r17*=-39.509$$

$$d17=1.500 \quad N9=1.70395 \quad \nu 9=26.41$$

$$r18*=12.891$$

$$d18=0.596$$

$$r19=12.874$$

$$d19=2.614 \quad N10=1.48749 \quad \nu 10=70.44$$

$$r20=-14.240$$

$$d20=1.806 \sim 1.837 \sim 3.682$$

$$r21=-8157.937$$

$d_{21}= 0.800 \quad N_{11}=1.71649 \quad \nu_{11}=25.74$
 $r_{22}= 13.228$
 $d_{22}= 0.445$
 $r_{23}= 13.631$
 $d_{23}= 1.919 \quad N_{12}=1.48749 \quad \nu_{12}=70.44$
 $r_{24}= 668.856$
 $d_{24}= 3.002 \sim 1.300 \sim 12.240$
 $r_{25}= 31.322$
 $d_{25}= 1.691 \quad N_{13}=1.79850 \quad \nu_{13}=22.60$
 $r_{26}= 217.261$
 $d_{26}= 0.500 \sim 9.743 \sim 7.994$
 $r_{27}= 18.461$
 $d_{27}= 4.643 \quad N_{14}=1.79850 \quad \nu_{14}=22.60$
 $r_{28}= -11.955$
 $d_{28}= 0.460 \quad N_{15}=1.83724 \quad \nu_{15}=30.17$
 $r_{26}= 21.532$
 $d_{29}= 0.900$
 $r_{30}= \infty$
 $d_{27}= 3.000 \quad N_{16}=1.51680 \quad \nu_{16}=64.20$
 $r_{31}= \infty$

【0056】

[第10面(r_{10})の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = 0.34767 \times 10^{-4}, A_6 = 0.63939 \times 10^{-7}, A_8 = -0.15659 \times 10^{-8}$

[第11面(r_{11})の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = -0.11239 \times 10^{-4}, A_6 = -0.50907 \times 10^{-7}, A_8 = -0.20881 \times 10^{-8}$

[第17面(r_{17})の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = -0.53164 \times 10^{-3}, A_6 = 0.11706 \times 10^{-4}, A_8 = -0.13639 \times 10^{-6}$

[第18面(r_{18})の非球面データ]

$\epsilon = 1.0000, A_4 = -0.23930 \times 10^{-3}, A_6 = 0.14046 \times 10^{-4}, A_8 = -0.15638 \times 10^{-6}$

【0057】《実施例8》

30

$f=7.5 \sim 45.0 \sim 71.5, F_{N0}=2.17 \sim 2.89 \sim 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r_1= 65.664$
 $d_1= 1.200 \quad N_1= 1.75518 \quad \nu_1= 29.92$
 $r_2= 47.591$
 $d_2= 5.244 \quad N_2= 1.49310 \quad \nu_2= 83.58$
 $r_3= 217.318$
 $d_3= 0.100$
 $r_4= 51.066$
 $d_4= 4.398 \quad N_3= 1.49310 \quad \nu_3= 83.58$
 $r_5= 185.539$
 $d_5= 1.000 \sim 45.300 \sim 49.091$
 $r_6= 45.239$
 $d_6= 0.800 \quad N_4= 1.75450 \quad \nu_4= 51.57$
 $r_7= 10.516$
 $d_7= 7.570$
 $r_8= -40.143$
 $d_8= 0.800 \quad N_5= 1.80223 \quad \nu_5= 44.75$
 $r_9= 23.630$
 $d_9= 5.046 \quad N_6= 1.79123 \quad \nu_6= 22.82$

$r_{10} = -18.887$
 $d_{10} = 0.656$
 $r_{11} = -15.690$
 $d_{11} = 0.800 \quad N_7 = 1.84666 \quad \nu_7 = 23.82$
 $r_{12}^* = -43.100$
 $d_{12} = 35.757 \sim 5.453 \sim 1.000$
 $r_{13} = \infty (\text{ST})$
 $d_{13} = 0.800$
 $r_{14} = 13.866$
 $d_{14} = 2.194 \quad N_8 = 1.78923 \quad \nu_8 = 46.34$
 $r_{15} = 74.387$
 $d_{15} = 5.348$
 $r_{16} = 13.726$
 $d_{16} = 3.113 \quad N_9 = 1.73284 \quad \nu_9 = 52.33$
 $r_{17} = -13.373$
 $d_{17} = 0.800 \quad N_{10} = 1.84758 \quad \nu_{10} = 26.81$
 $r_{18} = 8.964$
 $d_{18} = 0.100$
 $r_{19} = 7.206$
 $d_{19} = 1.439 \quad N_{11} = 1.52510 \quad \nu_{11} = 56.38$
 $r_{20}^* = 14.351$
 $d_{20} = 2.601$
 $r_{21} = 21.969$
 $d_{21} = 1.379 \quad N_{12} = 1.79850 \quad \nu_{12} = 22.60$
 $r_{22} = -1723.989$
 $d_{22} = 1.000 \sim 3.838 \sim 2.749$
 $r_{23} = 342.635$
 $d_{23} = 0.800 \quad N_{13} = 1.66384 \quad \nu_{13} = 35.98$
 $r_{24} = 8.966$
 $d_{24} = 3.000$
 $r_{25} = 24.255$
 $d_{25} = 1.566 \quad N_{14} = 1.79850 \quad \nu_{14} = 22.60$
 $r_{26}^* = 120.635$
 $d_{26} = 1.000 \sim 5.947 \sim 14.698$
 $r_{27} = 25.459$
 $d_{27} = 1.667 \quad N_{15} = 1.79850 \quad \nu_{15} = 22.60$
 $r_{28} = 884.189$
 $d_{28} = 1.019$
 $r_{29} = \infty$
 $d_{29} = 3.000 \quad N_{16} = 1.51680 \quad \nu_{16} = 64.20$
 $r_{30} = \infty$

【0058】

[第12面(r_{12})の非球面データ] $\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.28880 \times 10^{-4}, A_6 = -0.39221 \times 10^{-7}, A_8 = -0.58769 \times 10^{-9}$ [第20面(r_{20})の非球面データ] $\varepsilon = 1.0000, A_4 = 0.44180 \times 10^{-3}, A_6 = 0.35794 \times 10^{-5}, A_8 = 0.93325 \times 10^{-7}$ [第26面(r_{26})の非球面データ] $\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.73523 \times 10^{-4}, A_6 = -0.60792 \times 10^{-6}, A_8 = -0.59550 \times 10^{-8}$

【0059】

《実施例9》

$f=7.5\sim 54.0\sim 86.0, F\#0=2.10\sim 2.84\sim 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r1= 90.273$
 $d1= 1.200 \quad N1= 1.83304 \quad \nu 1= 41.53$
 $r2= 50.609$
 $d2= 6.584 \quad N2= 1.49310 \quad \nu 2= 83.58$
 $r3= 491.903$
 $d3= 0.100$
 $r4= 50.212$
 $d4= 5.970 \quad N3= 1.49310 \quad \nu 3= 83.58$
 $r5= 293.841$
 $d5= 1.000\sim 56.319\sim 60.499$
 $r6= 53.739$
 $d6= 0.800 \quad N4= 1.75450 \quad \nu 4= 51.57$
 $r7= 11.112$
 $d7= 7.570$
 $r8= -105.475$
 $d8= 0.800 \quad N5= 1.76442 \quad \nu 5= 49.91$
 $r9= 16.958$
 $d9= 6.473 \quad N6= 1.77039 \quad \nu 6= 23.51$
 $r10= -22.262$
 $d10= 0.563$
 $r11= -19.229$
 $d11= 0.800 \quad N7= 1.84666 \quad \nu 7= 23.82$
 $r12^*=-140.106$
 $d12=34.166\sim 4.250\sim 1.000$
 $r13= \infty (ST)$
 $d13= 0.800$
 $r14= 14.098$
 $d14= 2.180 \quad N8= 1.83255 \quad \nu 8= 41.58$
 $r15= 75.309$
 $d15= 4.215$
 $r16= 13.256$
 $d16= 3.141 \quad N9= 1.71070 \quad \nu 9= 53.17$
 $r17= -15.268$
 $d17= 0.800 \quad N10=1.80992 \quad \nu 10=25.83$
 $r18= 7.879$
 $d18= 0.274$
 $r19= 7.000$
 $d19= 1.461 \quad N11=1.52510 \quad \nu 11=56.38$
 $r20^*= 13.820$
 $d20= 3.133$
 $r21= 21.375$
 $d21= 1.301 \quad N12=1.79850 \quad \nu 12=22.60$
 $r22= 2254.283$
 $d22= 1.000\sim 3.613\sim 1.086$
 $r23= 2109.616$
 $d23= 0.800 \quad N13=1.64794 \quad \nu 13=36.75$
 $r24= 9.838$
 $d24= 2.907$

$r_{25}= 21.069$
 $d_{25}= 1.316 \quad N_{14}=1.79850 \quad \nu_{14}=22.60$
 $r_{26}^*= 59.731$
 $d_{26}= 1.000 \sim 6.745 \sim 18.339$
 $r_{27}= 21.610$
 $d_{27}= 1.710 \quad N_{15}=1.84666 \quad \nu_{15}=23.82$
 $r_{28}= 97.515$
 $d_{28}= 1.154$
 $r_{29}= \infty$
 $d_{31}= 3.000 \quad N_{16}=1.51680 \quad \nu_{16}=64.20$
 $r_{30}= \infty$

【0060】

[第12面(r_{12})の非球面データ]
 $\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.26006 \times 10^{-4}, A_6 = -0.12948 \times 10^{-7}, A_8 = -0.69799 \times 10^{-9}$
[第20面(r_{20})の非球面データ]
 $\varepsilon = 1.0000, A_4 = 0.39398 \times 10^{-3}, A_6 = 0.33896 \times 10^{-5}, A_8 = 0.11071 \times 10^{-6}$
[第26面(r_{26})の非球面データ]
 $\varepsilon = 1.0000, A_4 = -0.53134 \times 10^{-4}, A_6 = -0.59377 \times 10^{-6}, A_8 = 0.30506 \times 10^{-8}$

【0061】

【表1】
《フォーカスデータ》

フォーカス群：第4レンズ群(Gr4)				
撮影距離(物点～像面)：D=0.5(m)				
	フォーカス群の移動量			フォーカス群の移動方向
	W	M	T	
実施例1	0.29	3.717	5.181	像面側
実施例2	0.144	1.448	3.372	像面側
実施例3	0.172	1.380	4.638	像面側
実施例4	0.234	3.393	3.349	像面側
実施例5	0.264	2.549	9.552	物体側
実施例6	0.163	5.338	7.961	物体側
実施例7	0.314	1.929	8.601	像面側
実施例8	0.133	2.754	4.258	像面側
実施例9	0.155	4.251	5.783	像面側

【0062】

【表2】

《条件式対応値》

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)
	$f1/fT$	$ f4/fT $	$D_{3.4W}/D_{3.4T}$	β_{w4}
実施例 1	1.65	0.95	1.00	1.20
実施例 2	1.90	0.69	0.26	1.36
実施例 3	1.30	0.60	1.00	1.34
実施例 4	1.48	0.86	1.81	1.35
実施例 5	1.93	0.60	0.80	1.63
実施例 6	1.54	0.36	0.40	2.36
実施例 7	1.27	0.79	0.37	1.40
実施例 8	1.30	0.35	0.36	1.58
実施例 9	1.21	0.32	0.92	1.52

【0063】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、コンパクト性で正・負・正・正タイプを超えるパフォーマンスを持つタイプを実現することができ、特に、変倍比が7倍～10倍程度、Fナンバーが2.5～4程度で、最先端の小さな画素ピッチの撮像素子用の光学系としても使用できる高い性能を持ち、かつ、コンパクト性に優れた高変倍ズームレンズ系を有する撮像レンズ装置を実現することができる。そして本発明を、デジタルカメラ；ビデオカメラ；デジタルビデオユニット，パーソナルコンピュータ，モバイルコンピュータ，携帯電話，情報携帯端末(PDA)等に内蔵又は外付けされるカメラに適用すれば、これらの機器のコンパクト化，高変倍化及び高性能化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。

【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。

【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。

【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。

【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。

【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。

【図7】第7の実施の形態(実施例7)のレンズ構成図。

【図8】第8の実施の形態(実施例8)のレンズ構成図。

【図9】第9の実施の形態(実施例9)のレンズ構成図。

【図10】実施例1の無限遠撮影状態での収差図。

【図11】実施例2の無限遠撮影状態での収差図。

【図12】実施例3の無限遠撮影状態での収差図。

【図13】実施例4の無限遠撮影状態での収差図。

【図14】実施例5の無限遠撮影状態での収差図。

【図15】実施例6の無限遠撮影状態での収差図。

【図16】実施例7の無限遠撮影状態での収差図。

【図17】実施例8の無限遠撮影状態での収差図。

【図18】実施例9の無限遠撮影状態での収差図。

【図19】実施例1の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図20】実施例2の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図21】実施例3の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図22】実施例4の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図23】実施例5の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図24】実施例8の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図25】実施例9の近接撮影状態(D=0.5m)での収差図。

【図26】本発明に係る撮像レンズ装置の概略光学構成を示す模式図。

【符号の説明】

TL …撮影レンズ系(ズームレンズ系)

SR …撮像素子

Gr1 …第1レンズ群

Gr2 …第2レンズ群

Gr3 …第3レンズ群

Gr4 …第4レンズ群

Gr5 …第5レンズ群

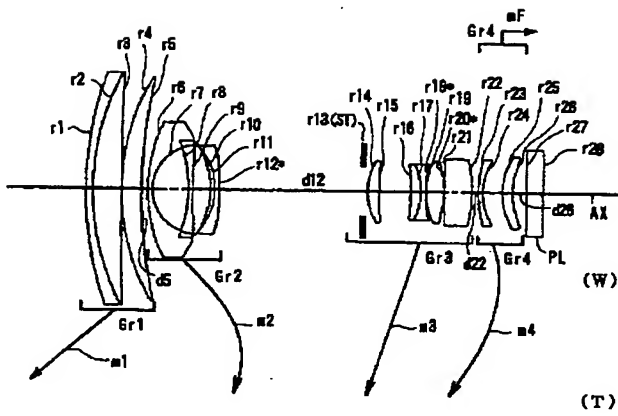
Gr6 …第6レンズ群

PL …ガラス平板(平行平板)

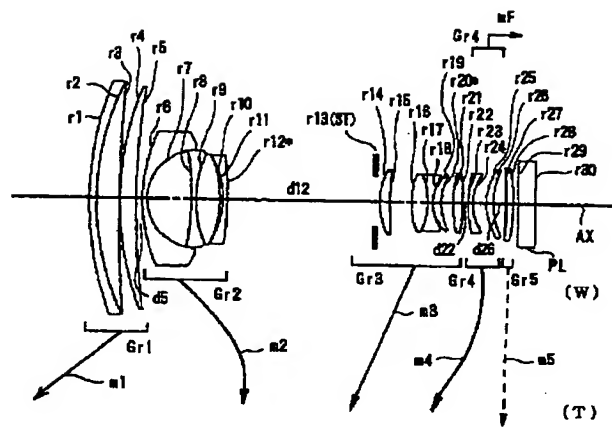
ST …絞り

AX …光軸

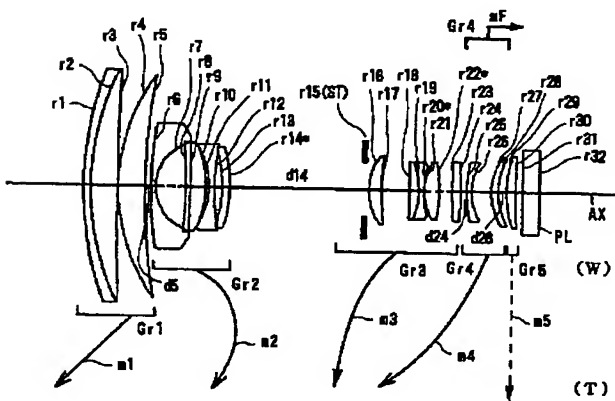
【図 1】



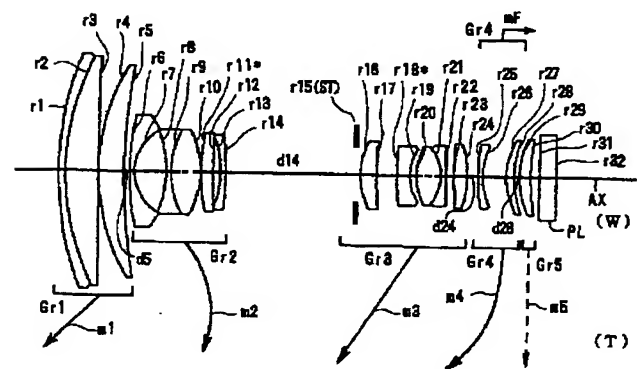
【図 2】



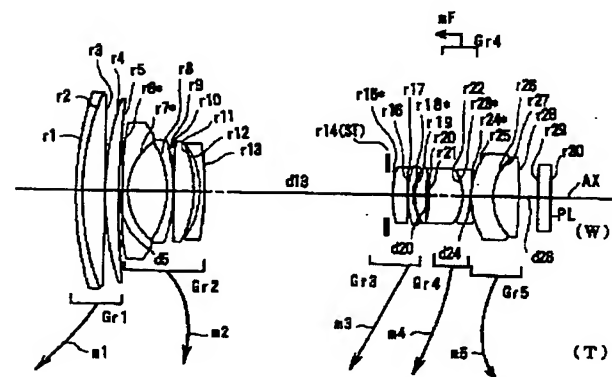
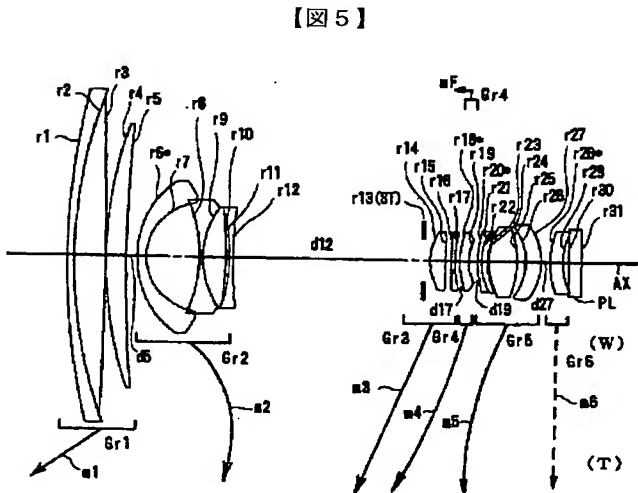
【図 3】



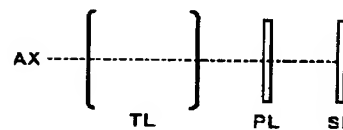
【図 4】



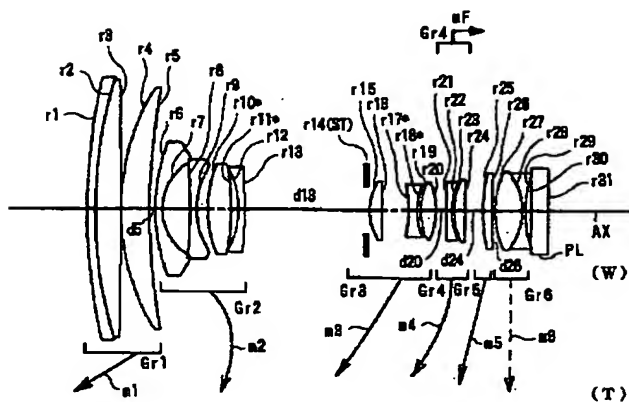
【図 5】



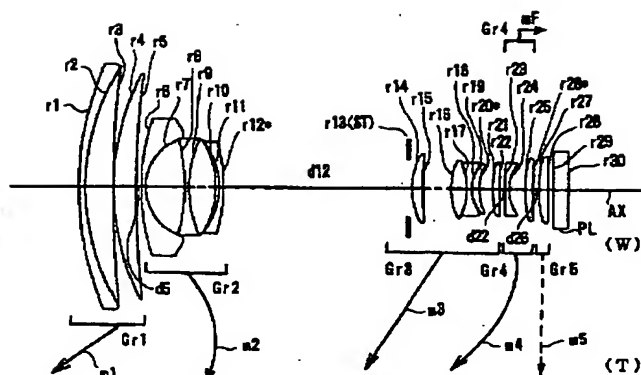
【図 26】



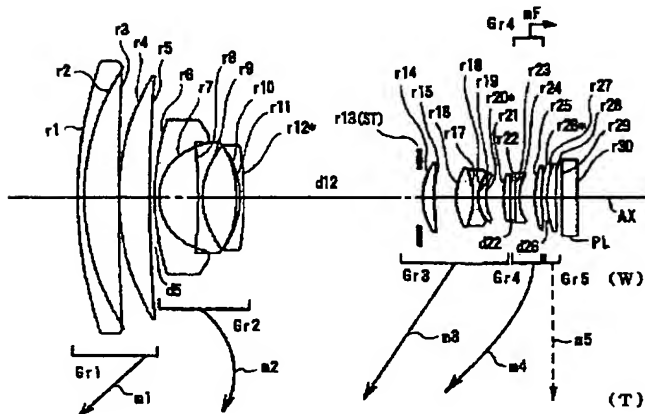
【図7】



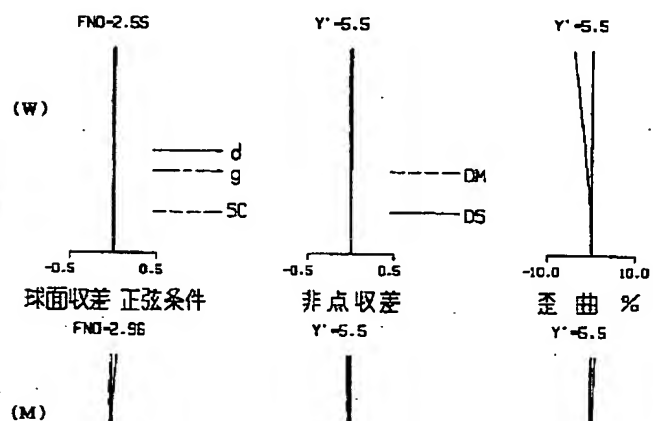
【図8】



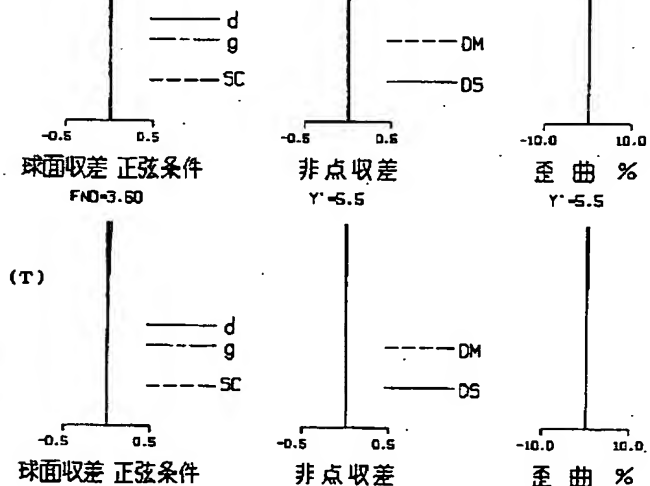
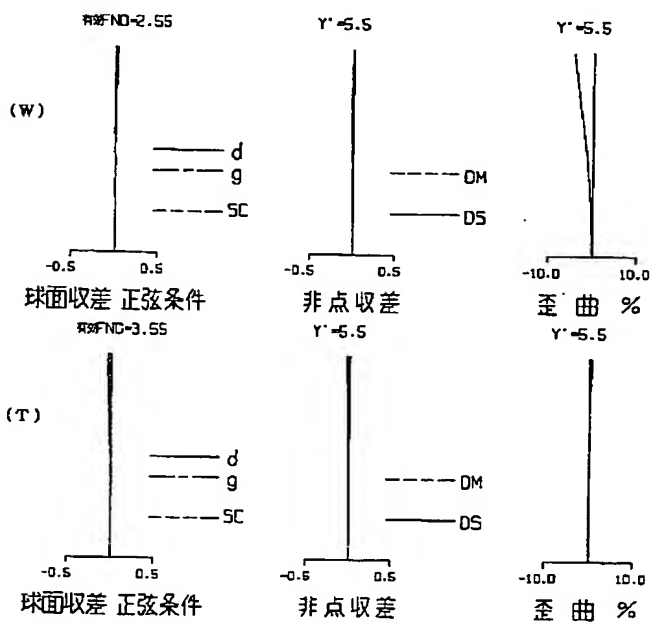
【図9】



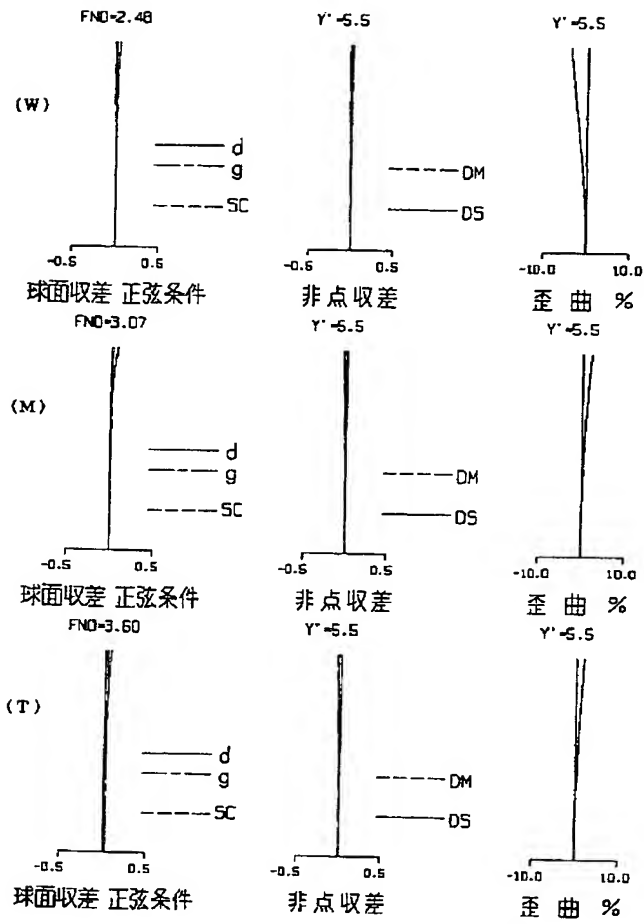
【図10】



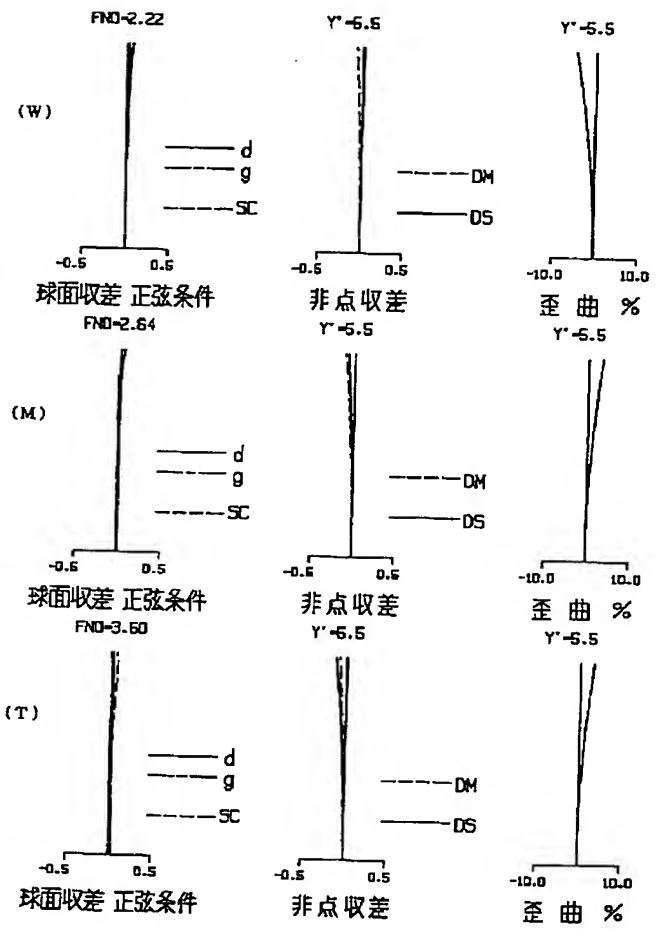
【図19】



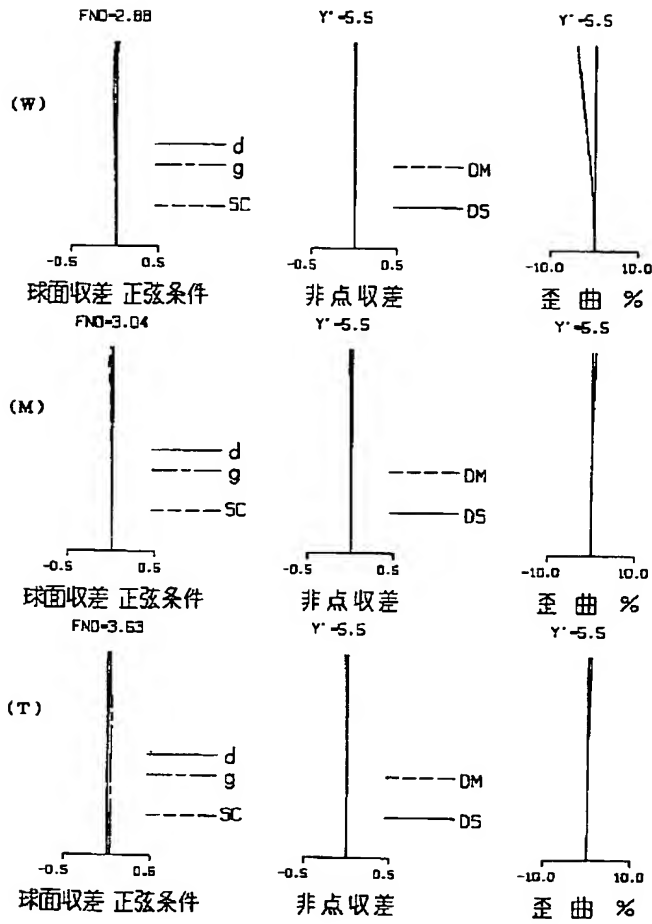
【図 11】



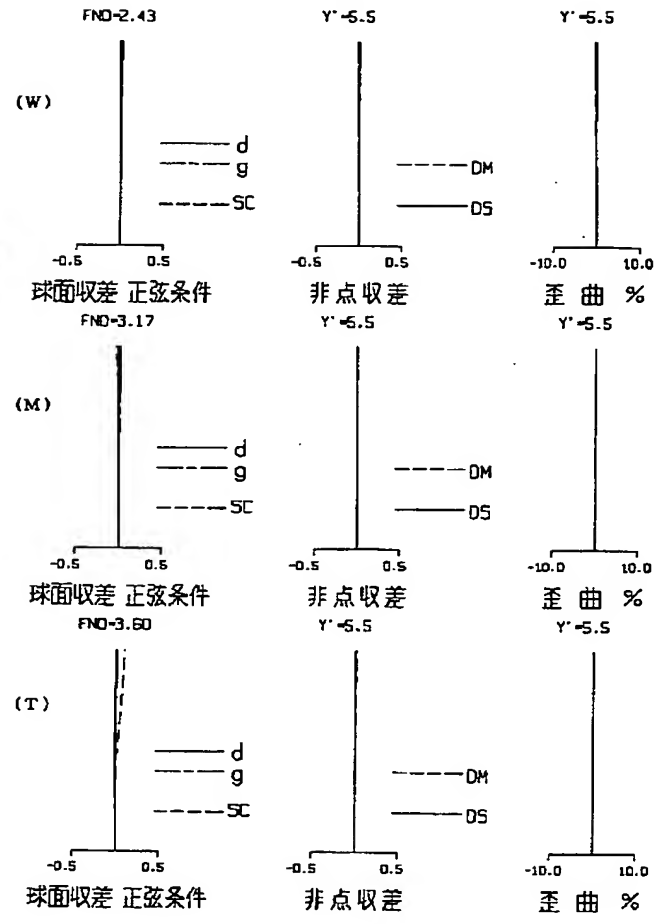
【図 12】



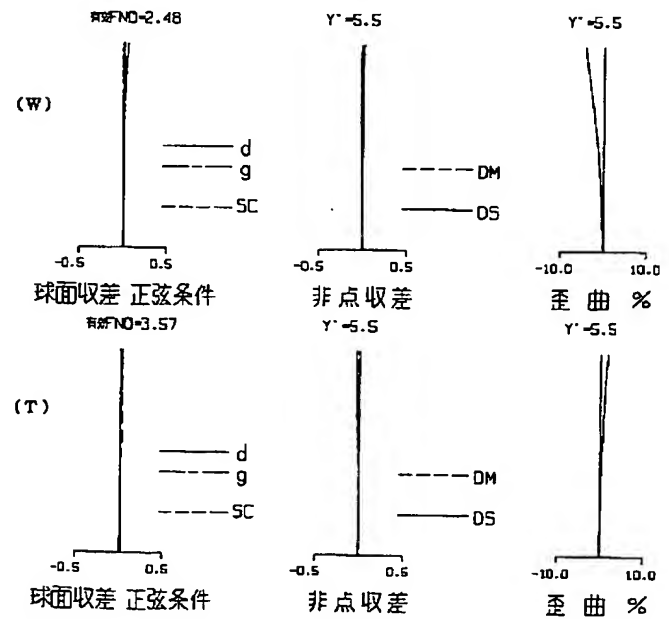
【図 13】



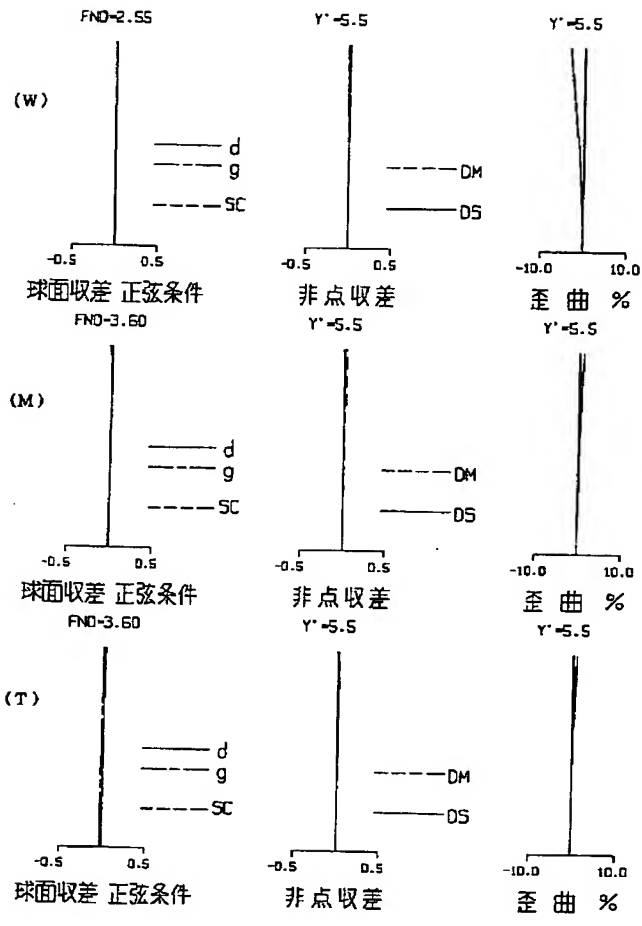
【図 14】



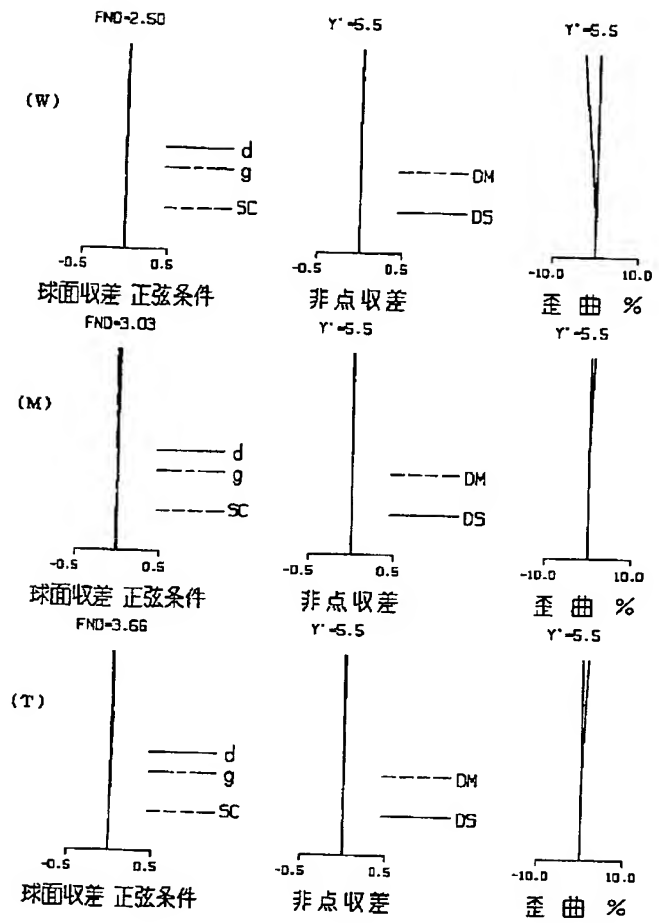
【図 20】



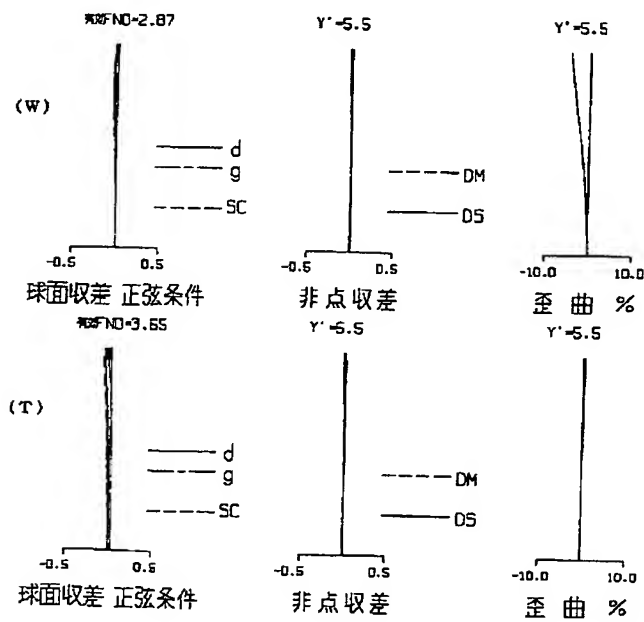
【図 15】



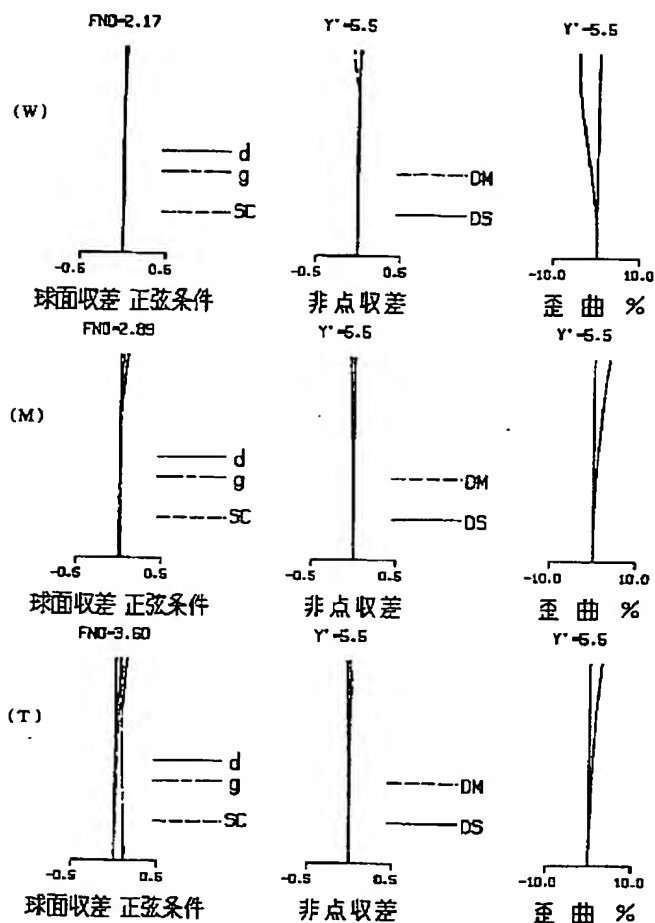
【図 16】



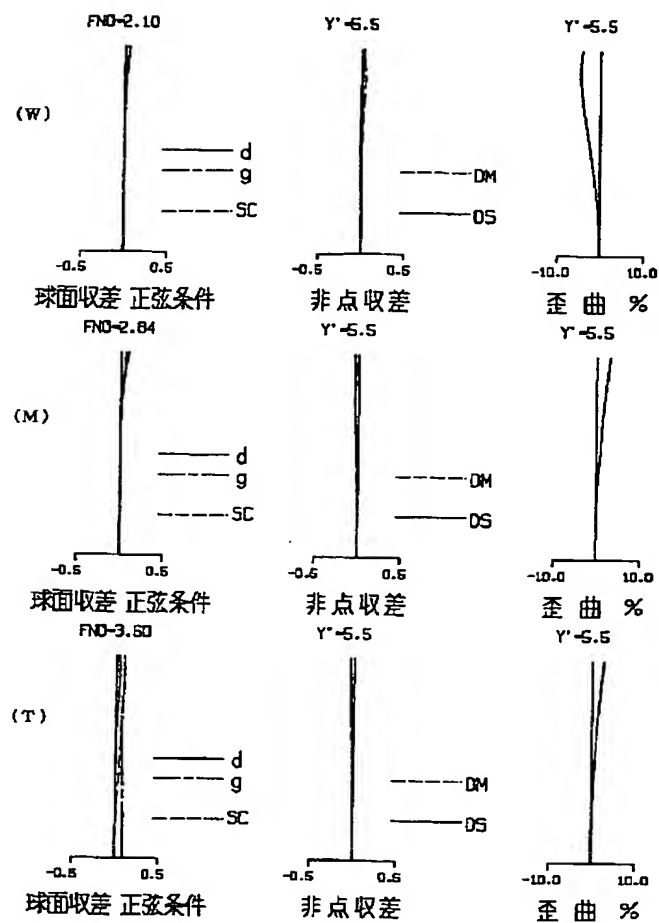
【図 22】



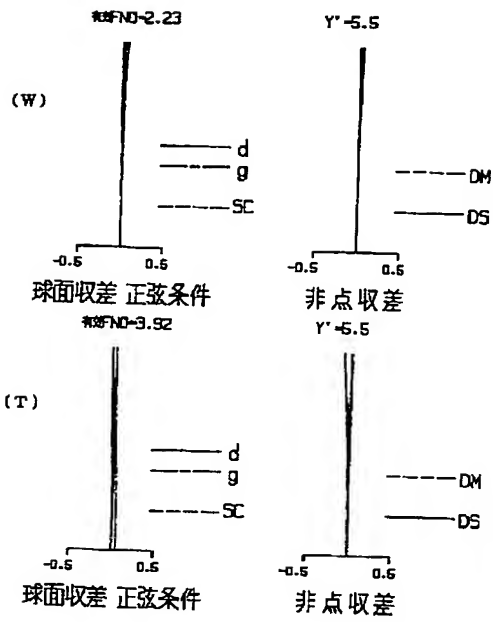
【図 17】



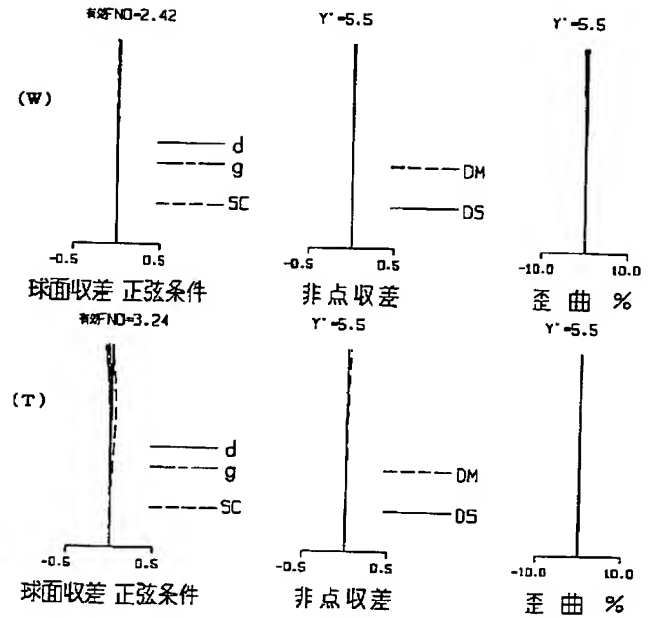
【図 18】



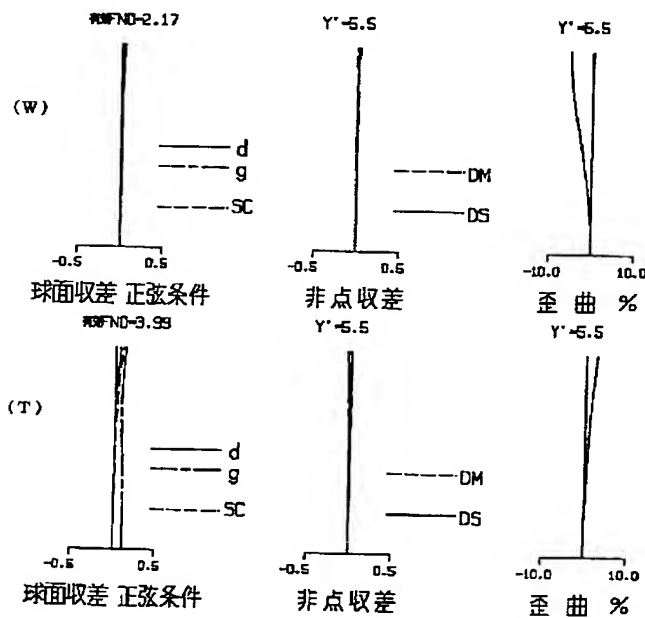
【図 21】



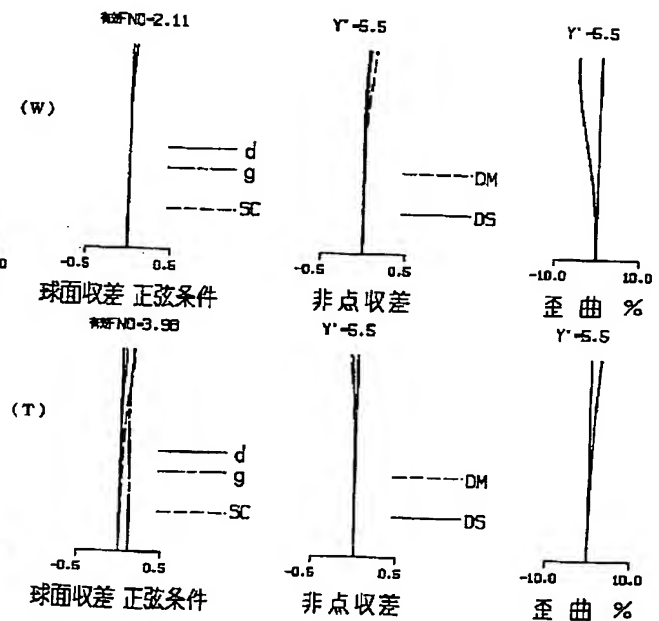
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(72)発明者 磯野 雅史

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 PA11 PA12 PA13
PA19 PA20 PB14 PB15 PB16
PB18 QA02 QA06 QA07 QA17
QA21 QA25 QA32 QA33 QA39
QA41 QA42 QA45 QA46 RA05
RA12 RA13 RA32 RA42 SA23
SA27 SA29 SA33 SA43 SA47
SA49 SA53 SA55 SA57 SA62
SA63 SA64 SA65 SA66 SA76
SB04 SB15 SB16 SB17 SB23
SB24 SB26 SB32 SB33 SB42
SB43 SB45

THIS PAGE BLANK (USPTO)